

PAT-NO: JP410083523A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10083523 A

TITLE: MAGNETO-RESISTANCE SENSOR

PUBN-DATE: March 31, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YUAN, SAMUEL W

TONG, HUA-CHING

LIU, FRANCIS H

TAN, MINSHEN

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

READ RITE CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09246235

APPL-DATE: August 26, 1997

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To balance a stray magnetic field caused by a pin-stop free ferromagnetic(FM) layer and to correct deviation in a bias point in a giant magneto-resistive effect(GMR) sensor by providing at least an additional bias layer adjacent to a dual spin valve structure.

SOLUTION: A free FM layer 26 is separated from pin-stop FM layers 29, 30 by spacer layers 27, 28. Exchange coupling anti-ferromagnetic(AFM) layers 32, 33 are provided respectively adjacent to the pin-stop FM layers 29, 31. Magnetic bias layers 34, 36 are provided respectively on respective side parts of the AFM layers 32, 33. By symmetrically arranging spin valves and the bias layers, a vertical current magnetic field cancels perfectly the stray magnetic field each other, and a bias level is insensitive extremely for a sense current as long as a pin-stop magnetic field is substantially larger than a current inductive magnetic field in the pin-stop layer.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-83523

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

F I

G 1 1 B 5/39

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-246235  
(22) 出願日 平成9年(1997) 8月26日  
(31) 優先権主張番号 08/702, 961  
(32) 優先日 1996年8月26日  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 592060422  
リード・ライト コーポレーション  
READ-RITE CORPORATI  
ON  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
95035 ミルピタス ロスコージェスト  
リート 345  
(72) 発明者 サミュエル・ダブリュ・ユーアン  
アメリカ合衆国・カリフォルニア州・  
94122, サンフランシスコ, #8C・ロッ  
クスレイ・アベニュー・6  
(74) 代理人 弁理士 梅田 明彦

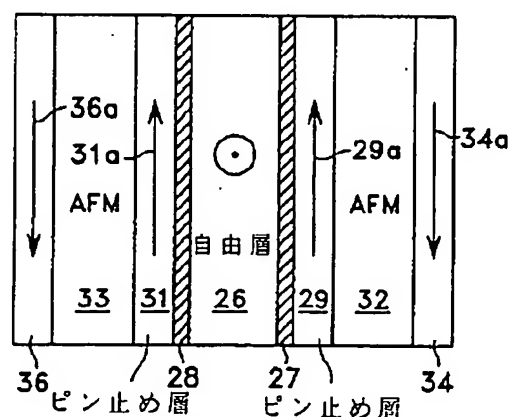
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗型センサ

(57) 【要約】

【解決手段】 2つのピン止め強磁性層29、31を有するスピンバルブ構造において、反強磁性層32、33に隣接して配置された少なくとも1つの磁気バイアス層34、36を使用する巨大磁気抵抗型デュアルスピンバルブセンサ。反強磁性層は、その直近の強磁性層とバイアス層とを同時にピン止めする。

【効果】 この構造により、従来のデュアルスピンバルブセンサに存在するバイアス点のずれが解消される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1、第2及び第3の強磁性材料層からなり、前記第2強磁性材料層が前記第1及び第3強磁性材料層間に配置された積層構造からなる磁気抵抗型センサであって、

前記第1及び第3強磁性材料層が、それぞれ非磁性金属層により前記第2強磁性材料層から分離され、

前記第1及び第3強磁性材料層の磁化の向きが固定され、

前記第2強磁性材料層の磁化の向きが、ゼロ印加磁界において前記第1及び第3強磁性材料層の固定された前記磁化の向きに対して実質的に垂直をなし、かつ少なくとも前記第1又は第3強磁性材料層の一方に隣接して前記センサの迷走磁界を平衡させる磁気バイアス層を備えることを特徴とする磁気抵抗型センサ。

【請求項2】 前記第1強磁性材料層に隣接しかつそれに磁気接触する第1の反強磁性材料層と、前記第3強磁性材料層に隣接しかつそれに接触する第2の反強磁性材料層とを更に備え、前記第1及び第2反強磁性材料層によりそれぞれ前記第1及び第3強磁性材料層との磁気交換結合が得られ、それにより前記第1及び第3強磁性材料層の磁化の向きが固定されることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗型センサ。

【請求項3】 前記第1及び第3強磁性材料層のそれぞれに隣接する磁気バイアス層を備えることを特徴とする請求項2記載の磁気抵抗型センサ。

【請求項4】 前記磁気バイアス層が同じ方向に延長する磁界を有することを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗型センサ。

【請求項5】 前記磁気バイアス層の前記磁界の向きが、前記第1及び第3強磁性材料層の固定された前記磁化の向きと逆方向であることを特徴とする請求項4記載の磁気抵抗型センサ。

【請求項6】 一方の前記反強磁性材料層に隣接する単一の磁気バイアス層を備え、前記磁気バイアス層の磁化の向きが、前記第1及び第3強磁性材料層の固定された前記磁化の向きと逆方向であることを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗型センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気媒体からの信号を再生するための磁気変換器に関し、特に磁気抵抗型読取り変換器の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気抵抗型(MR)センサ又はヘッドを用いた従来の磁気読取りヘッドは、磁気媒体からのデータを高線密度で読み取ることができる。MRセンサは、読取り素子が感知する磁束の強さと方向の関数として、該読取り素子における抵抗の変化を通じて磁界信号を検出する。これら従来のMRセンサは、読取り素子の抵抗

値の成分が、磁化の方向と読取り素子を流れるセンス電流の方向とがなす角度のコサインの2乗として変化する異方性磁気抵抗(AMR)効果に基づいて動作する。

【0003】積層構造の磁気センサの抵抗の変化が、非磁性層を介した磁性層間における伝導電子のスピン依存の通過、及びそれに伴う層界面におけるスピン依存散乱に起因する、より顕著な磁気抵抗効果は従来より文献に記載されている。この磁気抵抗効果は、通常「巨大磁気抵抗効果」(GMR)と呼ばれている。このような適当な材料で製造された磁気抵抗型センサは、AMR効果を利用したセンサにおいて観測されるよりも感度が改善され、かつより大きな抵抗の変化が得られる。

【0004】このGMR型式のセンサでは、非磁性層により分離された1対の強磁性層間の面内抵抗が、前記両強磁性層の間の磁化の角度のコサインとして変化する。ディエニイ(Dieny)他による米国特許第5,206,590号明細書には、このようなGMR構造の例が示されている。

【0005】グリンバーク(Grunberg)の米国特許第4,949,039号明細書には、磁性層の磁化を反平行にすることによってMR効果が増大する積層磁気構造が記載されている。また、同米国特許明細書には、交換結合に反強磁性(AFM)材料を使用して強磁性材料の隣接層をCrの薄い層間膜により分離した反平行状態を得ることが記載されている。

【0006】また、本願出願人による1996年8月14日付米国特許出願番号第08/696,656号、発明の名称:「強磁性層及び反強磁性層を有する薄膜磁気構造の形成方法」の明細書には、異なる配向の磁化磁界を別個に用いて第1及び第2強磁性層に異なる方向の磁化を誘起させる方法が開示されており、本願発明について同米国特許出願明細書を参照することができる。これによれば、バイアス層として機能する反強磁性層を前記強磁性層の間に挟んで設けることにより、交換結合が得られる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図4Aは、自由強磁性(FM)層が2つの導体スペーサ12、13によりピン止め(固定)FM層16、17から離隔された従来のデュアルスピバルブ構造を示している。FM層16、17はAFM膜18、19に交換結合している。単層スピバルブ構造に存在するスピン依存散乱の外側境界面の一方を消去し、かつスピン依存散乱の界面の数を2倍にすることにより、GMR効果は、従来の単層スピバルブ構造に比して効果的に50%増大させることができる。この対称形デュアルスピバルブは、矢印16a、17aで表されるように、同じ方向に沿ってピン止めされた2つの外側FM層16、17を有し、従って中央のFM層11の磁化は、理想的には適当なヘッドの動作のために水平にすべきである。

【0008】図4Aの従来構造に関連した潜在的な問題は、パターンニングされた形態において対称形デュアルスピンバルブは本質的にバイアスされていないことである。これは、2つの外側ピン止めFM層16、17により生じた反磁界が、中央の自由FM層11の磁化をピン止め磁化方向に対して反平行にするという事実によるものである。

【0009】磁界を平衡させる他の唯一の形態は、自由FM層11と外側FMピン止め層16、17との間のFM層間結合磁界と中央の自由FM層の位置に関する電流の非対称な分布に由来する。しかしながら、これらの磁界は一般に反磁界を平衡させるのには十分でない。電流（大部分がAFMピン止め層の1つの中を流れてきたシャント電流）からの磁場は、実質的なシャント損失やセンサの加熱を起こすことなしに大き過ぎるということはない。強磁性層間結合磁界は、通常10～200e（エルステッド）程度の大きさであり、GMRの感度を低下させることなく恣意的に増加させることはできない。

【0010】図4Aに示すような非シールド型及びシールド型双方の形態での対称形デュアルスピンバルブで実行される微小磁気シュミレーションは、一般的なセンサのジオメトリ（ギャップ長さ0.18 $\mu$ m、ストライプ高さ0.5 $\mu$ m、ストライプ高さに沿った読出しトラック幅0.5～ $\infty$  $\mu$ m）について、約75～1000eの磁場がヘッドを適切にバイアスするのに必要なことを示している。図4Bは、図4Aに示すような連続結合（contiguous junction）硬質磁石安定化を有するシールド型対称形デュアルスピンバルブ変換器の動的変換曲線（dynamic transfer curve）を示している。

【0011】デュアルスピンバルブを構成している各層の相対的な膜厚は、適当にバイアスするために垂直磁場を打ち消すために変化させることができる。外側ピン止めFM層の膜厚を薄くすることは、デュアルスピンバルブのGMR効果を低下させることになる。前記ピン止め層の膜厚を自由平均行程を超えて厚くすることは、シャント電流を増大させ、かつ同様にGMR効果を低下させることになる。

【0012】他方、前記自由FM層の膜厚は、より良くバイアスするために2つのピン止めFM層からの垂直な磁束に整合するように増大させることができる。しかしながら、GMRの $\Delta R/R$ 比（ここで、Rは抵抗値）は、単調に減少して、前記自由層の膜厚を実用的な範囲を超えて増大させることが分かった。これは、GMRの $\Delta R/R$ 比が自由FM層の膜厚の変化に関して広い最大範囲を有する単層スピンバルブとは異なる。これは、FM層の数を2から3に増やすことが、外側境界面の散乱の影響を減少させるという事実に基づくもので、それにより自由層の最適の膜厚を低い値に減少させ、かつ磁性膜の膜厚への $\Delta R/R$ の依存度を大きくすることになる。従って、より良くバイアスするために自由層及びピ

ン止めFM層の膜厚を整合させる上述した2つの方法は、デュアルスピンバルブセンサの固有の感度を弱めることになる。

【0013】バイアス付与の問題を招くことなくデュアルスピンバルブヘッドを製造するための別の従来の方法は、反対称又は非対称のデュアルスピンバルブを用いることである。このような、本願では図5Aに示すような構成では、2つの外側FM層21、22が矢印21a、22aにより示されるように逆方向にピン止めされていることにより、これら2つのFM層から生じる迷走磁界（stray fields）が互いに相殺して、前記センサは自然に自己バイアスされる。図5Aに示される2対のスピンバルブのGMRの $\Delta R/R$ 比は、大きさが等しくかつ符号が逆であると考えられる。2つの前記ピン止めFM層の磁化分布が理想的に互いに鏡面関係にあることから、原理的には完全な静磁界結合（magnetostatic field coupling）を達成することができる。この磁束の閉鎖（flux-closure）は、迷走磁界が全く自由FM層11に入り込まないことを確実にする最も効果的な方法である。

【0014】自己バイアス効果は、図5Bの動的変換曲線に示されるように、設計には、センサを構成する2つのスピンバルブが逆の匹敵し得るGMR効果を有することが要求される。即ち、前記スピンバルブの一方の対が正の磁気抵抗を有し、かつ他方の対が負の磁気抵抗を有する必要がある。このような組合せは、大抵の場合に適当な材料の入手可能性により、及び工程の整合の困難さにより制限されて、実現することが非常に困難である。

【0015】そこで、本発明の目的は、上述した従来のデュアルスピンバルブヘッドの設計が有するバイアス点のずれという固有の問題を解消することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、少なくとも1つの追加のバイアス層をデュアルスピンバルブ構造に隣接して設けることにより、ピン止めFM層により生じる迷走磁界を平衡させかつバイアス点のずれを補正するようにした新規なGMRセンサの構成が得られる。本発明の第1実施例は、デュアルスピンバルブ構造の両側に対称に配置された2つのバイアス層（ソフト又はハード）を有する。絶縁性のAFM材料を用いて、前記各ピン止めFM層及びそれに関連するバイアス層を逆方向に同時にピン止める。

【0017】この構成では、迷走磁界効果が完全に解消され、ヘッドのバイアスレベルが実質的にセンス電流に依存しない状態となる。このような装置は、前記構造における自由FM層とピン止めFM層間の層間結合磁界（interlayer coupling field）が最小になったとき、最適のバイアスを達成する。膜特性は、バイアスのために妥協することなく最良の感度を得るために個別に最適化することができる。対称形デュアルスピンバルブの全ての利点を保持しつつ、従来の単層スピンバルブ構造と

比較してGMRの $\Delta R/R$ 比の50%の増加が得られる。

【0018】本発明の別の実施例では、単一のバイアス層を用いて非対称なバイアス構造が得られる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しつつ本発明の好適な実施例について詳細に説明する。図1には、本発明に従って2つのバイアス層を対称に配置した、釣り合いのとれた対称形デュアルスピンバルブセンサの実施例が示されている。図1では、参照符号26が、スベ  
10 ーサ層27、28によりピン止めFM層29、31から分離された自由FM層を示している。ピン止めFM層29、31の磁化の方向は、矢印29a、31aにより示されるように同じである。自由FM層26の磁化の向きは、ゼロ印加磁界においてピン止めFM層29、31の固定された磁化方向に対して実質的に垂直である。交換結合AFM層32、33が、それぞれピン止めFM層29、31に隣接して設けられている。磁気バイアス層34、36が、本発明に従ってそれぞれAFM層32、3  
20 3の各側部に設けられている。バイアス層34、36は、NiFe又はその類似物のような適当な磁気材料から形成される。バイアス層34、36における磁化方向は、矢印34a、36aで表されるように同じである。

【0020】図1の構成において、各バイアス層34、36のモーメント厚さ(moment-thickness)は、それに隣接するピン止め強磁性層29、31のそれに整合させるか又はそれより僅かに大きくするべきである。後者の状態は、前記バイアス層が前記ピン止め層よりも一方のシールド(図示せず)により近接していることから起こる場合がある。この関係は、前記自由FM層と前記ピン  
30 止めFM層間の層間結合磁界が強磁性である場合に、相殺される可能性がある。前記バイアス層の $M_r \delta$ (ここで、 $M_r$ は磁性膜の残留モーメントであり、かつ $\delta$ は磁性膜の膜厚である)を適当に設定することにより、前記デュアルスピンバルブ構造の両側に完全な磁束の閉鎖を得て、自己バイアスされたセンサを製造することができる。

【0021】前記スピンバルブ及びバイアス層の対照的な配置により、垂直電流の磁界と迷走磁界とが互いに完全に相殺して、前記ピン止め層における電流誘導磁界よりピン止め磁界が実質的に大きい限り、バイアスレベルがセンス電流に対して非常に鈍感である。この特徴を利用して、前記センサのバイアス及びダイナミックレンジを弱めることなく装置の出力感度(電圧レベル)を最適化することができる。使用可能な電流密度への唯一の制限は、装置の加熱であり、これはセンサの焼損や交換ピン止め磁界の損失又は減少、及びエレクトロマイグレーション効果を招くことになる。

【0022】NiCoOのような絶縁性の反強磁性材料を用いて同時に前記バイアス層及び前記ピン止め層をピ

ン止めすることにより、反平行な磁化状態の実現が可能になり、かつ電流のシャント損失(current shunting loss)を最小にすることができる。理想的な状態では、この釣り合いのとれた対称形デュアルスピンバルブセンサは、前記自由層及びピン止め層間の層間強磁性結合がゼロであるとき、完全にバイアスされることになる。この結合磁界が、一般に良くあるように僅かに正である場合、センサのバイアス点は大きな影響を受けることはない。前記センサのダイナミックレンジは、バイアス点が遠くなり過ぎない場合にスピンバルブが本質的に線形装置であることから、実質的に同じままである。

【0023】工程を簡単化しかつ膜層の合計数を少なくする図2に示す本発明の別の実施例では、唯一のバイアス層37が反強磁性膜上に配置されている。このバイアス層は、その下側に位置する反強磁性層32に交換結合されたソフト層又はハード膜であって良い。この単一のバイアス層の $M_r \delta$ は、磁束の閉鎖及びこれら3層間における迷走磁界の相殺を達成するために、前記デュアルスピンバルブの2つの外側のピン止め層29、31の $M_r \delta$ の合計値より僅かに大きくすべきである。

【0024】このバイアスのないデュアルスピンバルブ装置は、電流接点のために2つの端子を用いる。電流リードは、クルーンビイ(Kronbi)他による米国特許第5,018,038号明細書に教示されるように、連続結合(contiguous junction)縦バイアス膜の上面に、ホトリソグラフィ又はイオンビームミリングによりデュアルスピンバルブ構造を画定した後のトラックエッジに付着させることができる。

【0025】図3A~図3Dは、本発明による装置を製造する工程のフローを概略的に示している。まず、図3Aに示すように、NiFeのようなバイアス層51を前記構造の第1ギャップ52の上に配置する。次に、膜厚200~500ÅのNiCoOのような反強磁性材料53を付着させ、その次に従来のスピンバルブ構造54(この時点では上部AFM交換膜が無い)を付着させる。

【0026】次に、図3Bに示すように、イオンビームミリングを用いてデュアルスピンバルブのエッジ領域をエッチングすることができる。イオンミリングは、NiCoO膜53の上面で停止させるが、その位置は正確に制御する必要はない。デュアルスピンバルブの底面(base plane)に関して結合材料を凹ませるようにNiCoO膜53内部のイオンミリングを停止させ、それにより後から材料をスピンバルブ及びリード面の上に付着させるためのより良い平坦化が得られるようにすることが好ましい。

【0027】次に、図3Cに示すように、標準的な連続結合工程に続けてエンド安定化層56、57及びリード材料58を付着させる。安定化層56、57は、Cr上のCoCrPtのような強化下地層を有するハード磁性

7

材料、又はFeMn又はNiMnを有するNiFeのような反強磁性材料に交換結合された軟強磁性膜とすることができる。前記デュアルスピバルブ構造からフォトリソトマスク59を除去すると(図3D)、上部NiCoO交換膜62を付着させ、その後に図1の実施例に示すような第2バイアス層61を、更に第2ギャップ55の誘電体を付着させる。図2の実施例では、第1の交換膜53の下側ではなく第2の交換膜62の上に単一のバイアス層37を付着させることができる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、スピバルブ構造の磁気抵抗型センサを上述したように構成することにより、従来のデュアルスピバルブセンサに存在するバイアス点のずれを解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】対称形バイアスを用いた本発明の第1実施例を示す断面図である。

【図2】非対称のバイアスを用いた本発明の第2実施例を示す断面図である。

【図3】本発明による変換器の製造工程を示すA図～D 20 図からなる断面図である。

【図4】A図は従来型式のデュアルスピバルブ変換器を示す断面図であり、B図は、A図に示す型式のデュアルスピバルブ変換器の動的変換曲線である。

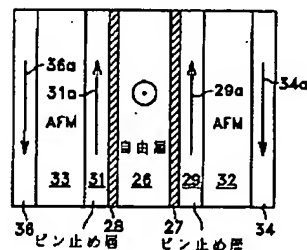
【図5】A図は従来の非対称なデュアルスピバルブ変換器を示す断面図であり、B図は、A図に示す型式の非対称なデュアルスピバルブ変換器の動的変換曲線であ

る。

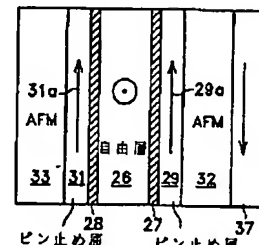
【符号の説明】

- 11 自由FM層
- 12、13 導体スペーサ
- 16、17 外側FMピン止め層
- 16a、17a 矢印
- 18、19 AFM膜
- 21、22 外側FM層
- 21a、22a 矢印
- 10 26 自由FM層
- 27、28 スペーサ層
- 29、31 ピン止めFM層
- 29a、31a 矢印
- 32、33 交換結合AFM層
- 34、36 磁気バイアス層
- 34a、36a 矢印
- 37 バイアス層
- 51 バイアス層
- 52 第1ギャップ
- 53 NiCoO膜
- 54 スピバルブ構造
- 55 第2ギャップ
- 56、57 エンド安定化層
- 58 リード材料
- 59 フォトリソトマスク
- 61 第2バイアス層
- 62 上部NiCoO交換膜

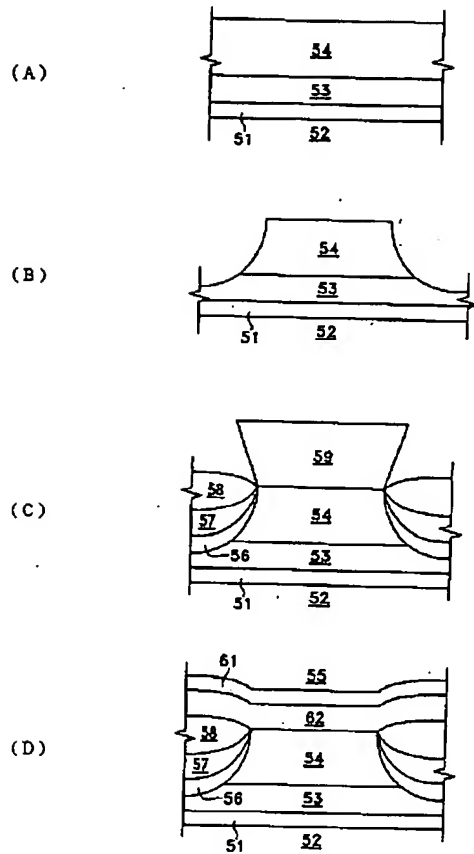
【図1】



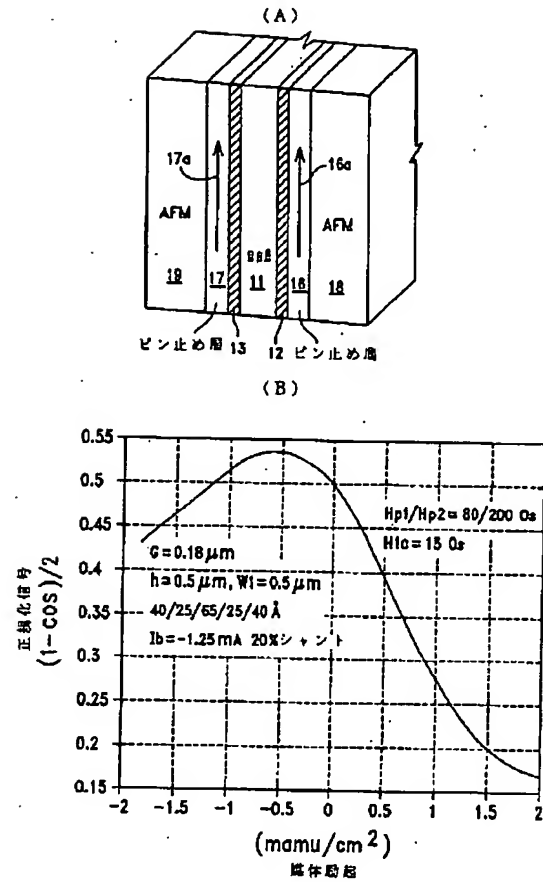
【図2】



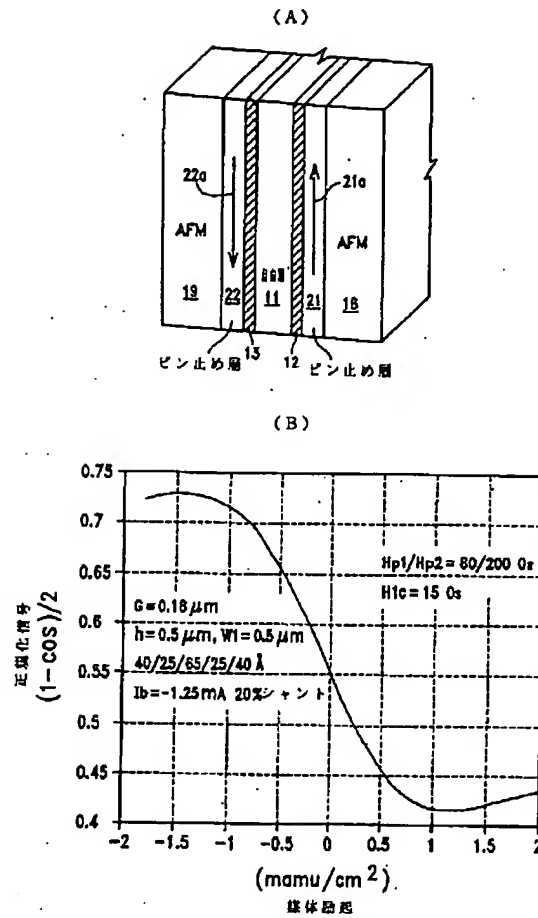
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 フワーチン・トン  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア州・  
 95120, サン・ノゼ, ジョスリン・ドライ  
 ブ・7184

(72)発明者 フランシス・エイチ・リュウ  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア州・  
 94555, フリーモント, オニール・テラ  
 ス・34220

(72)発明者 ミンシェン・タン  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア州・  
 94555, フリーモント, メイバード・サー  
 クル・34447